



بررسی تاثیر بارندگی بر خصوصیات هیدرولیکی در خاک سیلتی لوم با استفاده از نفوذسنج صفحه ای

مهرداد شریعتی¹، غلامعباس صیاد²، زهرا درویش پسند³

1- کارشناسی ارشد خاک شناسی

2- استادیار گروه خاک شناسی دانشگاه شهید چمران اهواز

3- کارشناسی ارشد خاک شناسی

آدرس پست الکترونیکی مکاتبه کننده: z.darvishpasand@yahoo.com

چکیده

یکی از تأثیرات ویژه چرخه آب در بسیاری از مناطق خشک و نیمه خشک، تشکیل پوسته سطحی یا سله در خاک‌های لومی تا شنی می‌باشد. این پوسته‌های سطحی کنترل کننده فرآیند نفوذ و یک نقش اساسی در جدا کردن بخش روان آب و آب نفوذ کننده به داخل زمین بعد از آبیاری و بارندگی را به عهده دارند. نفوذسنج صفحه‌ای یکی از جمله وسایلی است که در سال‌های اخیر برای اندازه‌گیری هدایت هیدرولیکی خاک‌ها بر اساس نمونه دست‌نخورده استفاده شده است. برای تعیین ضرایب هدایت هیدرولیکی اشباع و غیر اشباع از نفوذسنج صفحه ای با قطر دیسکت 20 سانتی‌متر و پتانسیل های 15-، 10-، 7-، 3- و 1- سانتی متر آب در خاکی با بافت سیلتی لوم در دو مرحله (پیش و پس از بارندگی) استفاده شد. متوسط ضرایب هدایت هیدرولیکی اشباع پیش از بارندگی 4/2 برابر بزرگتر از ضرایب هدایت هیدرولیکی اشباع در حالت پس از بارندگی بدست آمد. ضریب هدایت هیدرولیکی غیر اشباع یا نزدیک به اشباع نیز در حالت پس از بارندگی بین 3 تا 4/7 برابر و به طور متوسط 4/1 برابر کاهش پیدا کرد.

کلمات کلیدی: سله‌بستن، هدایت هیدرولیکی اشباع و غیر اشباع، نفوذ سنج صفحه ای

مقدمه

یکی از تأثیرات ویژه چرخه آب در بسیاری از مناطق خشک و نیمه خشک، تشکیل پوسته سطحی یا سله در خاک‌های لومی تا شنی می‌باشد (کیسنیو، 1992، ولنتاین، 1992). این پوسته‌های سطحی کنترل کننده فرآیند نفوذ هستند و نقش اساسی در جدا کردن بخش روان آب و آب نفوذ کننده به داخل زمین بعد از آبیاری و بارندگی را به عهده دارند. سه عامل مهم در تخریب ساختمان خاک شامل سله بستن، تراکم و فرسایش خاک می‌باشد. در حین اعمال زراعی خاک برای مدتی به صورت برهنه و عاری از پوشش نباتی یا بقایای گیاهی در معرض ضربات باران قرار می‌گیرد. در این حالت بسته به مقدار متفاوتی ذرات خاک متلاشی شده و ذرات مجزا و ریز همراه آب به درون خلل و فرج نفوذ یافته و پوسته متراکم سطحی را بوجود می‌آورند. سله معمولاً دارای دو لایه سطحی و شسته شده می‌باشد.

در دهه‌های اخیر، نفوذسنج صفحه‌ای یا دیسک پرماتر یک وسیله عمومی و با ارزش برای مطالعات خصوصیات هیدرولیکی خاک های اشباع و نزدیک به اشباع می‌باشد (شریعتی، 1388، آنکنی، 1991). این وسیله به سادگی قابل حمل بوده و نسبتاً به حجم آب کمی برای اندازه‌گیری‌ها نیاز دارد، که این خصوصیات آن را به طور ویژه‌ای برای مطالعات متغیرهای مکانی مناسب می‌سازد (شریعتی، 1388، لوگسدن، 1993). هدف از انجام این تحقیق مقایسه



تغییرات نفوذپذیری خاک سیلتی لوم در حالت پس از بارندگی و ایجاد نشست در لایه های سطحی خاک با حالت پیش از بارندگی خاک بود.

مواد و روشها

در خاک مورد مطالعه سه مکان برای انجام آزمایش آماده شد، جهت تعیین خصوصیات هیدرولیکی از دستگاه نفوذسنج صفحه‌ای با قطر دیسکت 20 سانتی‌متر، ساخت شرکت مهندسی کشاورزی فرخ پارس چهارمحال استفاده گردید. جهت برداشت داده‌ها در هر دو مرحله (پیش از بارندگی و پس از بارندگی) از پتانسیل‌های 15-، 10-، 7-، 3- و 1- سانتی متر آب استفاده شد. بعد از چند بارندگی خفیف و دو بارندگی متوسط برداشت مجدد داده‌ها انجام شد.

یکی از قدیمی‌ترین روش‌ها برای تحلیل داده‌های حاصل از نفوذسنج صفحه‌ای، روش آنکنی و همکاران (1991) براساس تحلیل‌های وودینگ (1968) می‌باشد، که یک روش دقیق برای بدست آوردن خصوصیات هیدرولیکی خاک است. در شرایط پایدار تحت یک بار آبی ثابت در سطح خاک و با استفاده از معادله نمایی گاردنر، شدت نفوذ از یک حوضچه مدور با شعاع r_0 (cm) را می‌توان طبق معادله زیر محاسبه نمود:

$$Q(h_0) = \pi r^2 k(h_0) + \frac{4r}{\alpha} k(h_0) \quad [1]$$

که در آن $Q(h_0)$ شدت جریان پایدار $(cm \cdot s^{-1})$ در پتانسیل ایجاد شده h_0 (cm) عدد جذب a (cm^{-1}) ، $K(h_0)$ هدایت هیدرولیکی غیراشباع و r شعاع سطح خاک تحت نفوذ آب می‌باشد. عدد جذب (α^*) با محاسبه شدت جریان پایدار در دو پتانسیل متفاوت (h_1, h_2) برای یک شعاع دیسکت بدست می‌آید و در این روش فرض می‌شود که α^* در معادله (1) که در بین فاصله دو پتانسیل تعادلی ایجاد شده است، ثابت می‌باشد، بطوریکه می‌توان نوشت:

$$\alpha_{i+1/2}^* = \frac{\ln\left(\frac{Q_i}{Q_{i+1}}\right)}{h_i - h_{i+1}} \quad i = 1, \dots, n-1 \quad [2]$$

که در آن n شماره پتانسیل مورد استفاده، $Q_{i+1/2}$ شدت نفوذ نهایی در پتانسیل میانگین (سانتی متر مکعب در ثانیه) و $h_{i+1/2}$ پتانسیل میانگین $(h_{i+1/2} = (h_i + h_{i+1})/2)$ (سانتی متر) می‌باشد و شدت نفوذ نهایی با گرفتن یک میانگین هندسی از شدت نفوذهای بدست آمده Q_i, Q_{i+1} به صورت زیر محاسبه می‌گردد:

$$Q_{i+1/2} = \exp\left(\frac{\ln Q_i + \ln Q_{i+1}}{2}\right) \quad [3]$$

با استفاده از معادلات (2) و (3) و قرار دادن آنها در معادله (1) می‌توان هدایت هیدرولیکی غیر اشباع را در پتانسیل میانگین $h_{i+1/2}$ بدست آورد، بنابراین خواهیم داشت:

$$K_{i+1/2} = \frac{Q_{i+1/2}}{\pi r^2 + \frac{4r}{\alpha_{i+1/2}^*}} \quad [4]$$

که در آن $K_{i+1/2}$ هدایت هیدرولیکی غیر اشباع در پتانسیل میانگین و $\alpha_{i+1/2}^*$ عدد جذب میانگین می‌باشد. همچنین با استفاده از معادله گاردنر، $h_{i+1/2}$ و $\alpha_{i+1/2}^*$ می‌توان هدایت هیدرولیکی اشباع را محاسبه نمود:

$$K_s = \frac{K_{i+1/2}}{\exp\left(\alpha_{i+1/2}^* h_{i+1/2}\right)} \quad [5]$$

نتیجه‌گیری



خاک مورد تحقیق دارای بافت سیلتی لوم با توزیع 30 درصد شن، 52 درصد سیلت و 18 درصد رس بود. چگالی ظاهری خاک پیش از بارندگی و پس از بارندگی به ترتیب برابر 1/09 و 1/18 گرم بر سانتی متر مکعب بدست آمد. در هر دو مرحله از تحقیق با کاهش پتانسیل، شدت نفوذ نهایی ($Q(h_0)$) افزایش یافته است ولی در مرحله پیش از بارندگی در همه پتانسیل ها شدت نفوذ بالاتری نسبت به مرحله پس از بارندگی و تشکیل سله بدست آمد (جدول 1 و 2). هدایت های هیدرولیکی اشباع و غیر اشباع در حالت پس از بارندگی به صورت چشم گیری کاهش پیدا کردند، به صورتی که متوسط ضرایب هدایت هیدرولیکی اشباع پیش از بارندگی که خاک از تخلخل بالاتری برخوردار می باشد، 4/2 برابر بزرگتر از ضرایب هدایت هیدرولیکی اشباع در حالت پس از بارندگی بدست آمد (جدول 1 و 2).

جدول 1- تجزیه و تحلیل آنکنی و همکاران در مرحله پیش از بارندگی (مقادیر متوسط سه تکرار انجام شده)

پتانسیل (cm)	شدت نفوذ نهایی در پتانسیل (cm^3/s)	عدد جذب در پتانسیل میانگین (1/cm)	پتانسیل میانگین (cm)	شدت نفوذ پتانسیل در (cm^3/s)	هدایت هیدرولیکی غیر اشباع در پتانسیل میانگین (cm/d)
-15	0/029	-	-	-	-
-10	0/045	0/082	-12/5	0/036	3/72
-7	0/061	0/094	-8/5	0/052	6/27
-3	0/163	0/252	-5	0/099	17/99
-1	0/322	0/336	-2	0/229	45/74

جدول 2- تجزیه و تحلیل آنکنی و همکاران در مرحله پس از بارندگی (مقادیر متوسط از سه تکرار انجام شده)

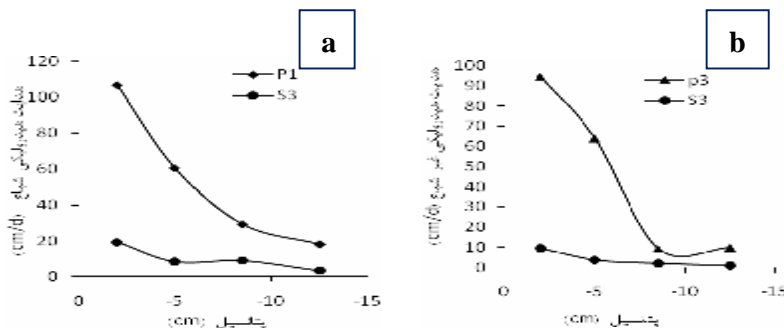
پتانسیل (cm)	شدت نفوذ نهایی در پتانسیل (cm^3/s)	عدد جذب در پتانسیل میانگین (1/cm)	پتانسیل میانگین (cm)	شدت نفوذ نهایی در پتانسیل (cm^3/s)	هدایت هیدرولیکی غیر اشباع در پتانسیل میانگین (cm/d)
-15	0/006	-	-	-	-
-10	0/010	0/101	-12/5	0/008	0/91
-7	0/017	0/175	-8/5	0/013	2/09
-3	0/034	0/168	-5	0/024	3/82
-1	0/069	0/346	-2	0/049	9/78

داده های محاسبه شده نشان دادند که، ضریب هدایت هیدرولیکی غیر اشباع یا نزدیک به اشباع در حالت پس از بارندگی بین 3 تا 4/7 برابر و به طور متوسط 4/1 برابر کاهش پیدا کرده است، این نتایج حاکی از این حقیقت هستند



که هدایت هیدرولیکی اشباع و نزدیک به اشباع در حدود 400 درصد پس از بارش در اثر نشت و انتقال ذرات درون خاک و کاهش تخلخل، کاهش یافته است (جدول 1 و 2). تحقیقات انجام شده نشان داده است که سله تشکیل شده دارای ضریب آبگذری کم و مقاومت کششی بالا می‌باشد و لایه سطحی سله تا 2000 برابر و لایه شسته شده تا 200 برابر باعث کاهش ضریب آبگذری خاک می‌شوند (مک اینتیر، 1958). در این تحقیق تقریباً لایه سطحی سله (به ضخامت حدود 1 سانتی متر) برداشته شد و تنها اثر بارش بر روی لایه‌های سطحی (اثر لایه شسته شده سله) مورد بررسی قرار گرفته شده، بنابراین در صورت وجود لایه سطحی سله بر روی خاک به مراتب نفوذ آب در خاک به شکل چشم‌گیرتری کاهش می‌یافت (سیمونیوک و همکاران، 1998، ولنتاین، 1992).

نمودارهای 1a و 1b بیانگر کاهش ضرایب هدایت هیدرولیکی در خاک باران خورده نسبت به شرایط قبل از بارندگی می‌باشد. همچنین نمودار 1b نشان می‌دهد که تا پتانسیل -8 سانتی‌متر اختلاف کوچکتری بین هدایت هیدرولیکی اشباع در پیش و پس از بارندگی بدست آمده است، شاید بتوان مهمترین دلیل این اتفاق را اثر خلل و فرج درشت خاک دانست که این خلل و فرج پس از بارش کاهش یافته‌اند و در پتانسیل‌های کمتر از -8 سانتی‌متر نقش خود را نشان می‌دهند، در شرایط نزدیک به اشباع خاک یا در پتانسیل‌های کم (نزدیک به پتانسیل صفر) منافذ درشت نقش اصلی در نفوذ و حرکت آب در خاک را ایفا می‌کنند.



شکل 1- a - نمودار مقایسه هدایت‌های هیدرولیکی اشباع در دو حالت پیش از بارندگی (مکان اول P₁) و پس از بارندگی (مکان سوم S₃) و b - نمودار مقایسه هدایت‌های هیدرولیکی غیراشباع در دو حالت پیش از بارندگی (مکان سوم P₃) و پس از بارندگی (مکان سوم S₃).

نتایج بدست آمده بیانگر این است که، در اراضی که اینگونه پوسته‌ها تشکیل می‌گردد نفوذپذیری خاک نسبت به آب باران یا آب آبیاری شدیداً کاهش می‌یابد، در نتیجه وجود این قبیل پوسته‌ها و لایه شسته شده زیرین بویژه در روی شیب‌ها منجر به آبدوی و فرسایش شدید خاک می‌گردد. این پوسته‌ها در اثر خشک شدن خیلی سخت شده و مانع خروج جوانه از خاک می‌گردند و در حالت مرطوب و اراضی شیب دار باعث کاهش شدید نفوذپذیری خاک نسبت به آب و افزایش آبدوی می‌گردد. استراتژی موفق جهت کاهش سله می‌تواند بر اساس حفاظت سطح خاک از اثرات قطرات باران، بهبود پایداری خاکدانه‌ها و یا ترکیب هر دو صورت گیرد.

منابع

- 1- شریعتی، مهرداد؛ 1388. ساخت و ارزیابی دستگاه نفوذسنج صفحه‌ای (دیسک پرماتر)، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید چمران اهواز.
2. Ankeny MD, Kaspar TC, Horton R. 1991. Simple field method for determining unsaturated hydraulic conductivity. Soil Science Society of American Journal. 55: 467-470.



3. Casenave A, Valentin C. 1992. A runoff capability classification system based on surface features criteria in semi-arid areas of West Africa. *J. Hydrol.* 130: 231–249.
4. Logsdon SD, Jaynes DB. 1993. Methodology for determining soil hydraulic conductivity with tension infiltrometers. *Soil Science Society of American Journal*, 57: 34-367.
5. Simunek J, Angulo-Jaramillo R, Schaap MG, Vandervaere JP, van Genuchten MTh. 1998. Using an inverse method to estimate the hydraulic properties of crusted soils from tension disc infiltrometer data. *Geoderma* 86:61–81.
6. Valentin C, Bresson LM. 1992. Morphology, genesis and classification of surface crusts in loamy and sandy soils. *Geoderma*, 55: 225–245.
7. Wooding RA. 1968. Steady infiltration from a shallow circular pond. *Water Resources Research*, 4: 1259-1273.